

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Барях А.А., Санфиоров И.А. Комплексное геомеханическое и геофизическое обеспечение безопасности подземных работ // Горный журн. – 2005. – № 12. – С. 79-83.
2. Санфиоров И.А., Ярославцев А.Г., Жикин А.А., Никифорова А.И., Байбакова Т.В. Особенности цифровой обработки в инженерной сейсморазведке МОГТ // Геофизика. – 2012. – №5. – С. 35-41.
3. Урупов А.К., Левин А.Н. Определение и интерпретация скоростей в методе отраженных волн. – М.: Недра, 1985. – 288 с.: ил.
4. Хаттон Л., Уэрдингтон М., Мейкин Дж. Обработка сейсмических данных. Теория и практика / Пер. с англ. А.Л. Малкина. – М., Мир, 1989. – 214 с.: ил.
5. Ярославцев А.Г., Жикин А.А., Санфиоров И.А., Туманов В.В., Сухинина Е.В. Совершенствование графа цифровой обработки сейсморазведочных данных для территорий с повышенной природно-техногенной нагрузкой // Горный информационный аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2013. – № S44. – С. 3-22.
6. Steeples D.W., Miller R.D. Avoiding pitfalls in shallow seismic reflection surveys // Geophysics. – 1998. – V. 63, № 4. – P. 1213-1224.

УДК 556.314

DOI:10.7242/echo.2019.4.18

**РЕЗУЛЬТАТЫ МОНИТОРИНГА
ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ
КОНТРОЛИРУЕМОЙ ТЕРРИТОРИИ г. БЕРЕЗНИКИ****В.В. НИКИФОРОВ***Горный институт УрО РАН, г. Пермь*

Аннотация: Представлены результаты гидрогеологического мониторинга на подработанной территории г. Березники. Исследованы динамика имений уровней подземных вод, приуроченных к терригенно-карбонатной толще, их минерализация и водородный показатель. Проведено сопоставление гидрогеологических параметров с результатами экспертной оценки интегральных характеристик прочностных свойств.

Ключевые слова: Гидрогеологический мониторинг; подработанная территория; экспертная оценка; гидрогеология; терригенно-карбонатная толща.

На подработанной территории города Березники для оценки состояния породного массива в систему комплексного мониторинга включены режимные гидрогеологические наблюдения. По их результатам выделяются зоны различной гидродинамики и состава приповерхностной гидросферы. Изучение пространственных изменений гидрогеологических параметров на современном этапе, позволяет контролировать динамику развития ранее выявленных негативных процессов в подземных водах.

Наибольшее внимание с позиций оценки воздействия подработанной территории на весь породный массив представляют наблюдения за динамикой изменения уровней подземных вод [2, 4]. Сопоставление результатов экспертной оценки распределения физико-механических свойств приповерхностных отложений подработанной территории с результатами гидрогеологического и гидрохимического мониторинга позволяет выявить новые закономерности.

Экспертная оценка, основывалась на мощностях скального грунта, чем больше их мощность, тем лучше состояние толщи. R_c *mt* средневзвешенные значения предела прочности в водонасыщенном состоянии для скальной толщи. Чем ниже значения, тем хуже состояние тощи. Наличие нескального грунта в скальном массиве определяет его качественную характеристику. Чем выше прочностные характеристики толщи в целом, тем в меньшей степени она подвергалась процессам разрушения.

Наличие нескального грунта в скальном массиве определяет его качественную характеристику. Чем выше прочностные характеристики толщи в целом, тем в меньшей степени она подвергалась процессам разрушения. Наличие нескального грунта характеризовалось его процентным отношением к толще в целом и далее баллами (относительная мощность нескального грунта). Принято, что нескальный грунт относительной мощностью менее 10 % не оказывает значимого влияния на прочность толщи в целом. Далее каждое увеличение их мощности на 10% оценивалось.

После все значения оценивались баллами и сводились в итоговую бальную таблицу. Более подробно методика оценки на подработанной территории представлена в [3].

Для контролируемой территории г. Березники построена схема распределения полученных подобным образом экспертных оценок подработанной территории (рис. 1). Выделяются три типа территории:

1. благоприятная, от 7 до 15 баллов.
2. условно благоприятная, от 7 до 5 баллов.
3. неблагоприятная, от 5 до 0 баллов.

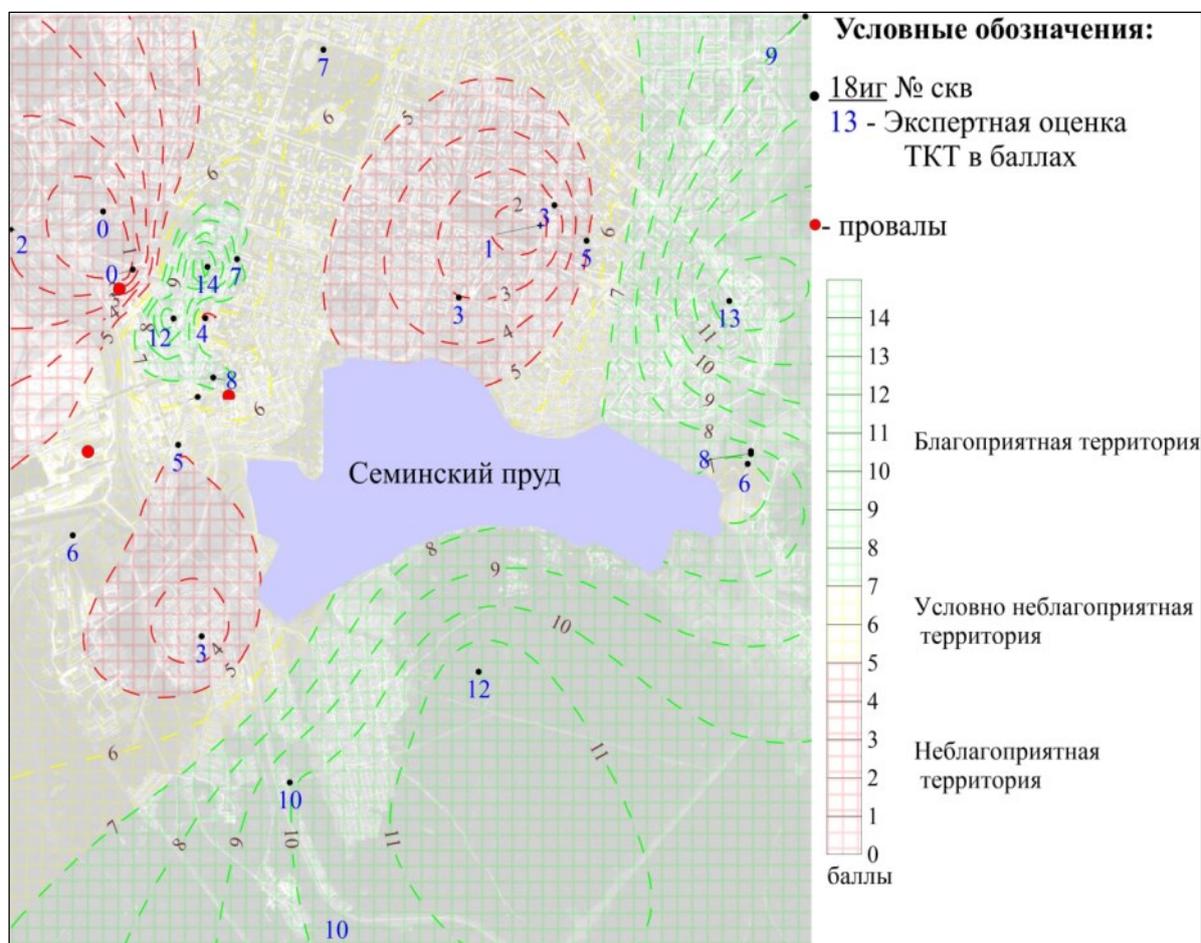


Рис. 1. Схема распределения экспертных оценок инженерно-геологического состояния породного массива, приуроченных к терригенно-карбонатной толще (ТКТ) в баллах

На рис. 2 представлена пьезометрическая поверхность уровней подземных вод на территории г. Березники приуроченных к терригенно-карбонатной толще (ТКТ) по состоянию на 01.04.2018 г, наложенная на распределение экспертных оценок инженерно-геологического состояния породного массива.

На **благоприятной территории**, для большей части отмечены наибольшие значения изолиний по уровням в скважинах от 112 до 138м. Хотя, севернее пруда, отмечен не-большой участок со значениями изолиний уровней 108м.

На **условно неблагоприятной территории**, для большей части отмечены значения изолиний по уровням в скважинах от 108 до 116м.

На **неблагоприятной территории**, для большей части отмечены значения изолиний по уровням в скважинах от 108 до 114 м.

Очевидно, что для благоприятной территории характерны повышенные значения уровней подземных вод. По всей видимости, на данных участках другой литологический состав, меньше обломочного грунта и выше прочностные характеристики толщи. Следует отметить, что разница в максимальных отметках уровней подземных вод между условно неблагоприятным 116 м и неблагоприятным 114 м, участками не столь значительна. По всей видимости, здесь отмечается повышенная дезинтеграция массива, больше обломочного грунта и низкие прочностные значения массива грунта.

Так же можно отметить, что существует тесная гидравлическая связь Камского водохранилища и подземных вод ТКТ. При изменении уровней подземных вод, происходят процессы растворения пород и выноса материала. Это ослабляет толщу пород, снижает их прочностные характеристики.

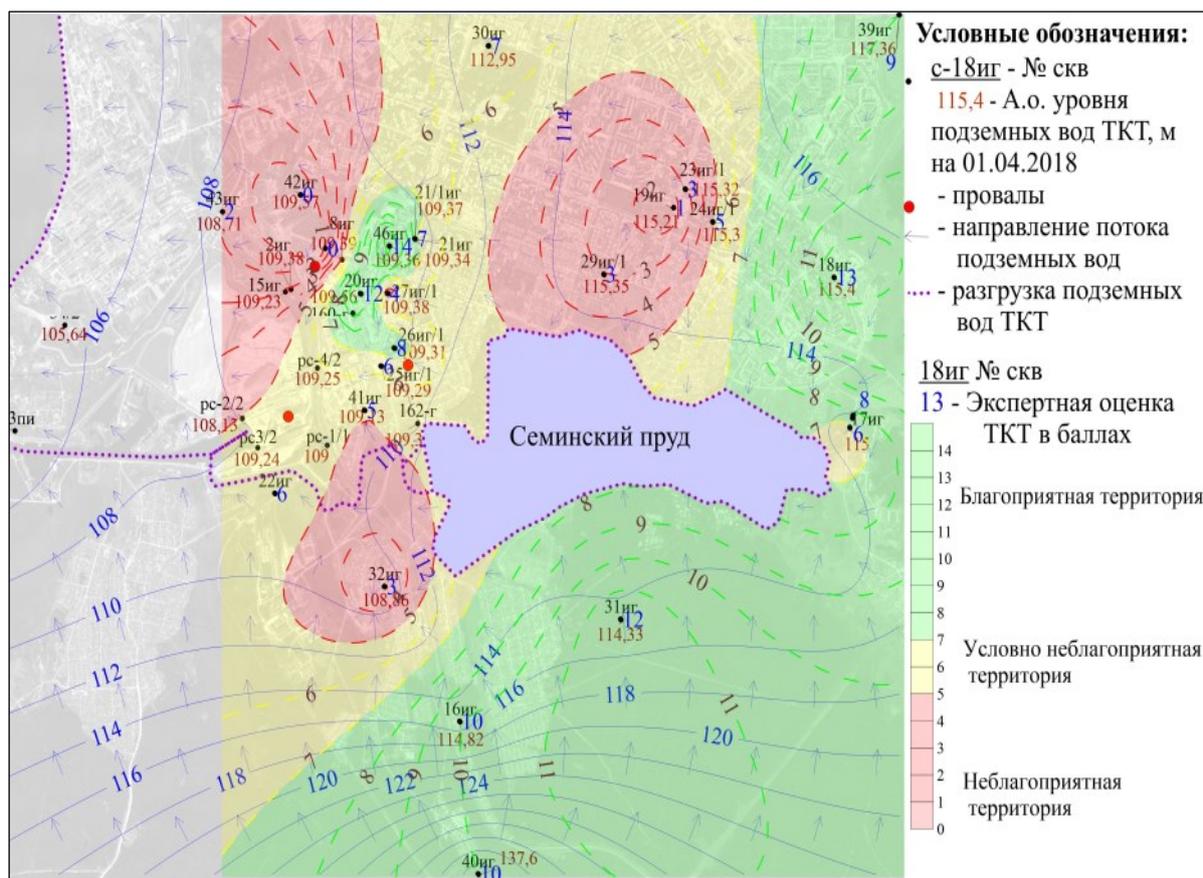


Рис. 2. Пьезометрическая поверхность уровней подземных вод, приуроченных к ТКТ на территории г. Берзеники, а.о.(м) и экспертная оценка в баллах

В целом на территории города за период наблюдается общее сезонное снижение уровней подземных вод в скважинах (рис. 3). Наибольшие понижения уровней подземных вод на рассматриваемой территории приурочены к южной части – скважина

34/2 -1,01 м. Есть участки и с повышением уровней подземных вод ТКТ (м). В южной части отмечена скважина с повышением уровней (м): 40иг (0,04 м). На западе: 42иг (0,51 м).

На **благоприятной территории**, для большей части отмечены значения снижения уровней в скважинах от -0,04 до -0,23 м. На **условно неблагоприятной территории**, для большей части также отмечены значения снижения уровней в скважинах от -0,19 до -0,7 м. На **неблагоприятной территории**, на общем фоне снижения уровней выделяется свк.42иг с резким положительным скачком уровня до 0.51 м.

Вероятная причина различий в динамике изменений уровней грунтовых вод в более динамичном перераспределении состояния породного массива на территориях с наименее устойчивыми породами верхней части разреза.

Дополнительная информация о вероятных процессах дезинтеграции породного массива содержится и в результатах гидрохимических исследований. Как правило, наименьшую минерализацию имеют воды содержащие слаборастворимые соединения – силикаты, карбонаты. Соответственно, чем выше величина минерализации подземных вод, тем больше суммарная масса растворенных минеральных веществ [1].

На территории г. Березники по величине минерализации выделяется 4 типа подземных вод, приуроченных к ТКТ: пресные, переходные солоноватые, соленые, рассолы (рис. 4). Для участков с тремя последними типами присущи перетоки по ослабленным зонам загрязненных подземных вод.

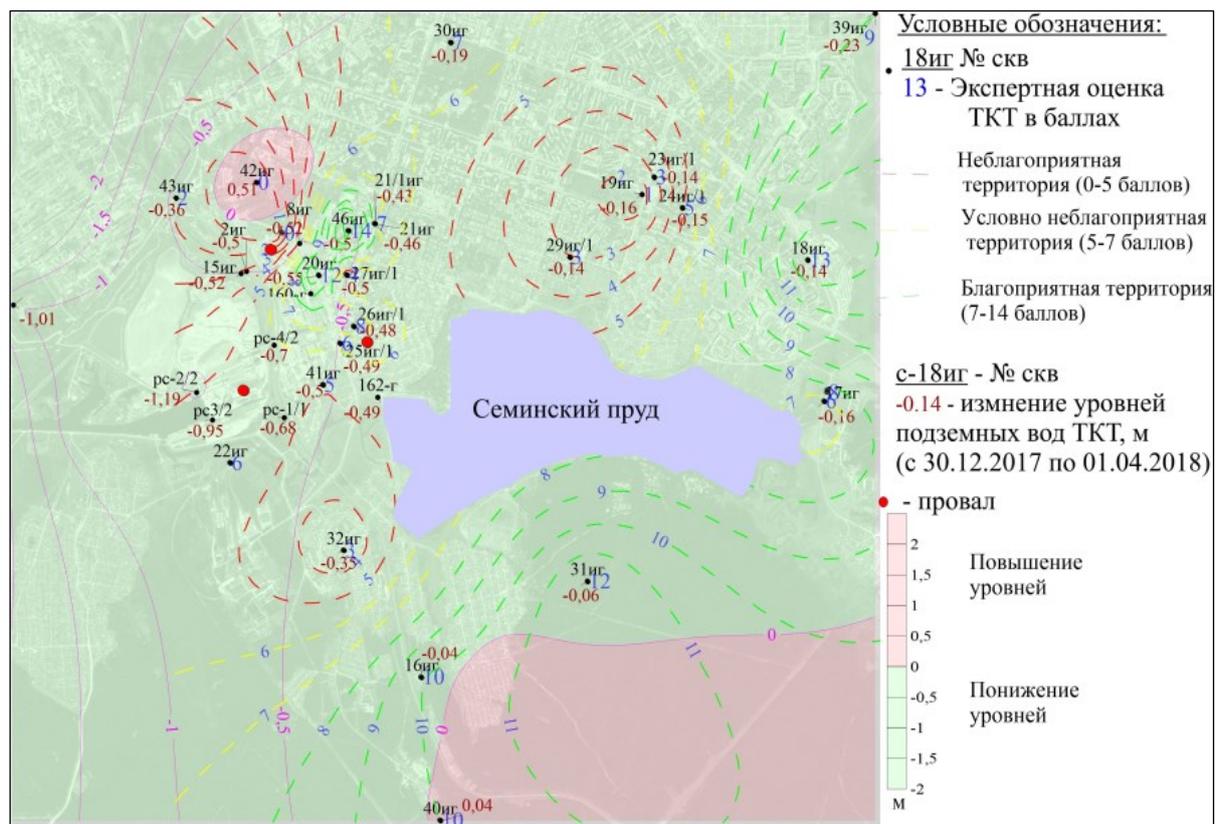


Рис. 3. Изменение уровней подземных вод, приуроченных к ТКТ на территории г. Березники, м.

На **благоприятной территории**, для большей части отмечены наибольшие значения изолиний по минерализации в скважинах от 0,5 до 62 мг/дм³. Хотя севернее пруда, отмечен небольшой участок со значениями от 0,55 до 2,8 мг/дм³. Представлены все типы вод рассолы, соленые, переходные солоноватые и пресные.

На **условно неблагоприятной территории**, для большей части отмечены значения изолиний по минерализации в скважинах от 0,41 до 28 мг/дм³. Представлены типы вод переходные солоноватые и пресные.

На **неблагоприятной территории**, для большей части отмечены значения изолиний по минерализации в скважинах от 0,24 до 23 мг/дм³. Представлены типы вод соленые, переходные солоноватые и пресные.

Очевидная тенденция к снижению минерализации на участках наиболее дезинтегрированных пород верхней части разреза, что вероятно обусловлено их повышенными фильтрационными свойствами.

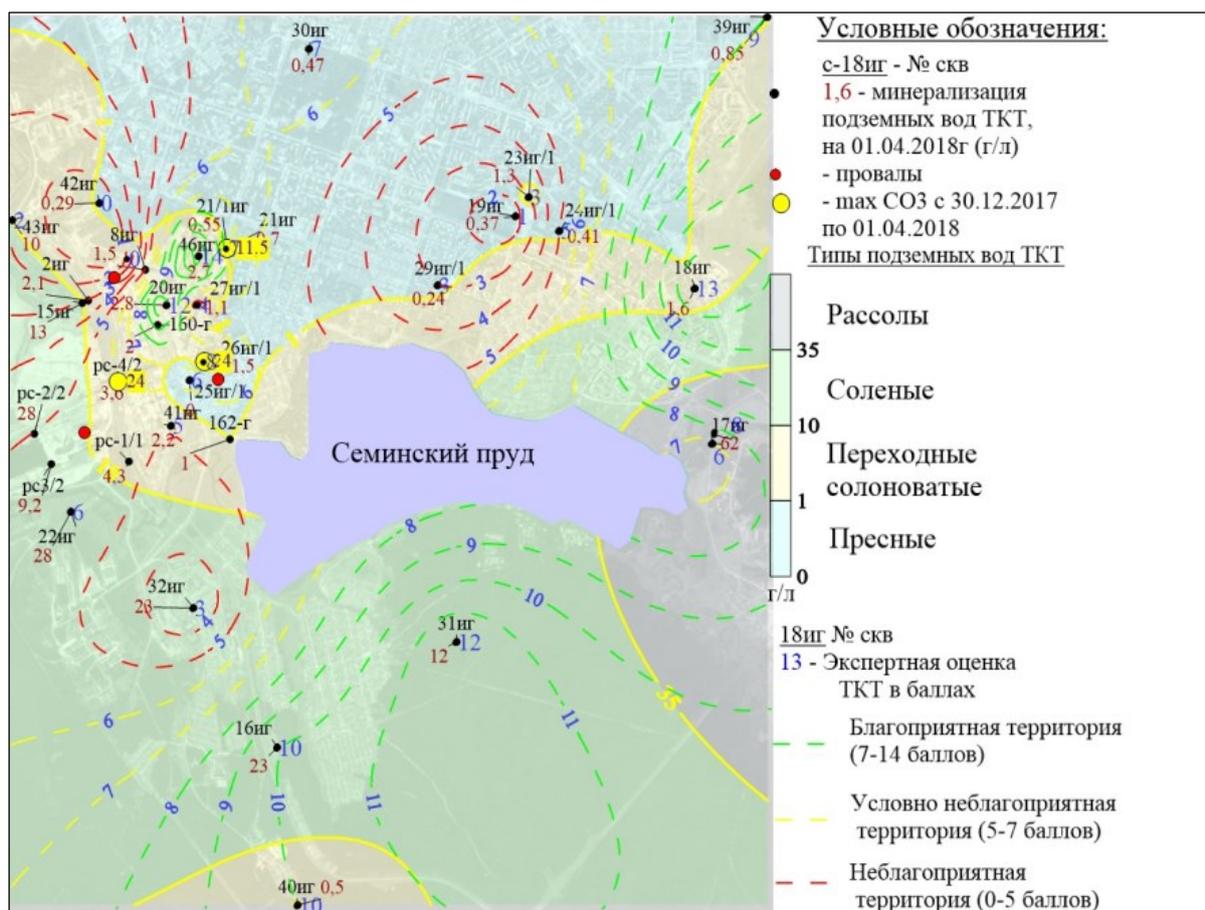


Рис. 4. Содержание минерализации в подземных водах, приуроченных к ТКТ на территории г. Березники, мг/дм³

Практическое опробование пространственно-временного анализа изменчивости гидрогеологических и гидрохимических параметров показало, что при соблюдении общей тенденции сезонных колебаний отмечаются локальные участки с отклонениями. Данные участки приурочены к границам зон повышенных оседаний в пределах потенциально-опасных участков.

На рис. 5 представлено площадное изменение минерализации в подземных водах, приуроченных к ТКТ на территории г.Березники с 30.12.2017 по 01.04.2018 г.

Максимальные и минимальные значения изменения минерализации от -0,0084 до +19 мг/дм³.

На **благоприятной территории**, для большей части отмечены изменения по минерализации в скважинах от -0,0084 до +19 мг/дм³. Хотя севернее пруда, отмечен небольшой участок со значениями от -1,1 до +0,97 мг/дм³.

На **условно неблагоприятной территории**, для большей части отмечены значения изменения изолиний по минерализации в скважинах от $-0,01$ до $+8,7$ мг/дм³.

На **неблагоприятной территории**, для большей части отмечены значения изменения изолиний по минерализации в скважинах от $-0,014$ до $+0,33$ мг/дм³.

Таким образом наибольшая динамика в изменчивости параметров минерализации, также подтверждает наличие повышенных фильтрационных свойств на территориях с дезинтегрированными породами верхней части разреза.

На рис. 6 представлено площадное распределение по водородному показателю - pH в подземных водах, приуроченных к ТКТ на территории г.Березники по состоянию на 01.04.2018г.

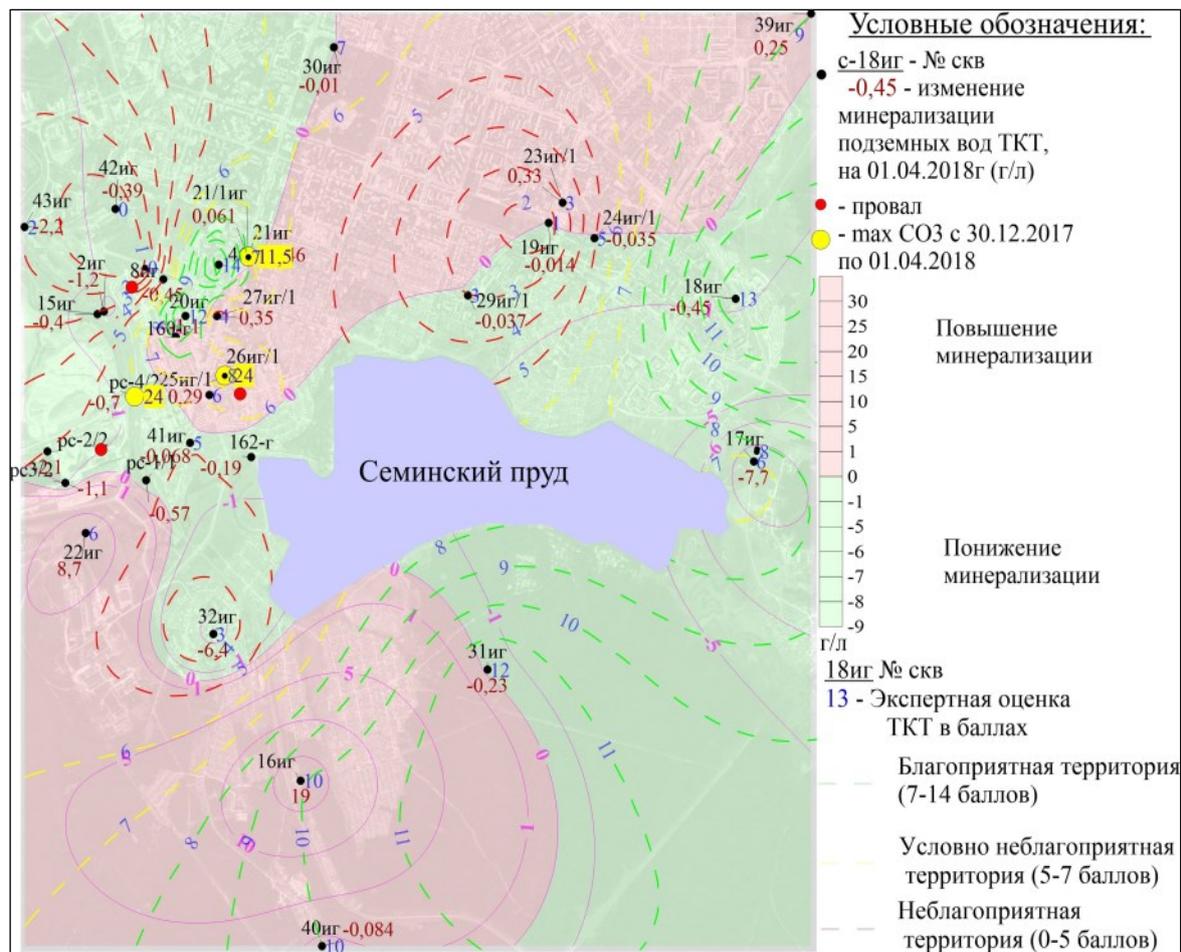


Рис. 5. Изменение минерализации в подземных водах, приуроченных к ТКТ на территории г. Березники, мг/дм³

На территории г. Березники по водородному показателю - pH выделяется 4 типа подземных вод, приуроченных к ТКТ: слабокислые, нейтральные, слабощелочные и щелочные.

На **благоприятной территории**, для большей части отмечены значения изолиний по водородному показателю - pH в скважинах от 5,6 до 8,6. Хотя севернее пруда, отмечен небольшой участок со значениями от 7,5 до 8,9. Представлены типы вод слабокислые, нейтральные, слабощелочные и щелочные.

На **условно неблагоприятной территории**, для большей части отмечены значения изолиний по водородному показателю - pH в скважинах от 6,9 до 8,8. Представлены типы вод слабощелочные, щелочные и нейтральные.

На **неблагоприятной территории**, для большей части отмечены значения изолиний по водородному показателю - pH в скважинах от 5,1 до 8,5. Представлены типы вод слабокислые, нейтральные, слабощелочные и щелочные.

Очевидно, что на неблагоприятной территории в большей степени проявляется типы вод слабощелочные и щелочные. По всей видимости происходят процессы растворения в толще массива. Что подтверждает результаты экспертной оценки о состоянии ТКТ.

При превышении $\text{pH} > 8$ (щелочные) и проявлении CO_3 (кислотный остаток карбонатной кислоты), в этих участках возможны процессы растворения массива. Такие участки относятся к условно неблагоприятной территории.

На рис. 7 представлено площадное изменение по водородному показателю - pH в подземных водах, приуроченных к ТКТ на территории г. Березники с 30.12.2017 по 01.04.2018г.

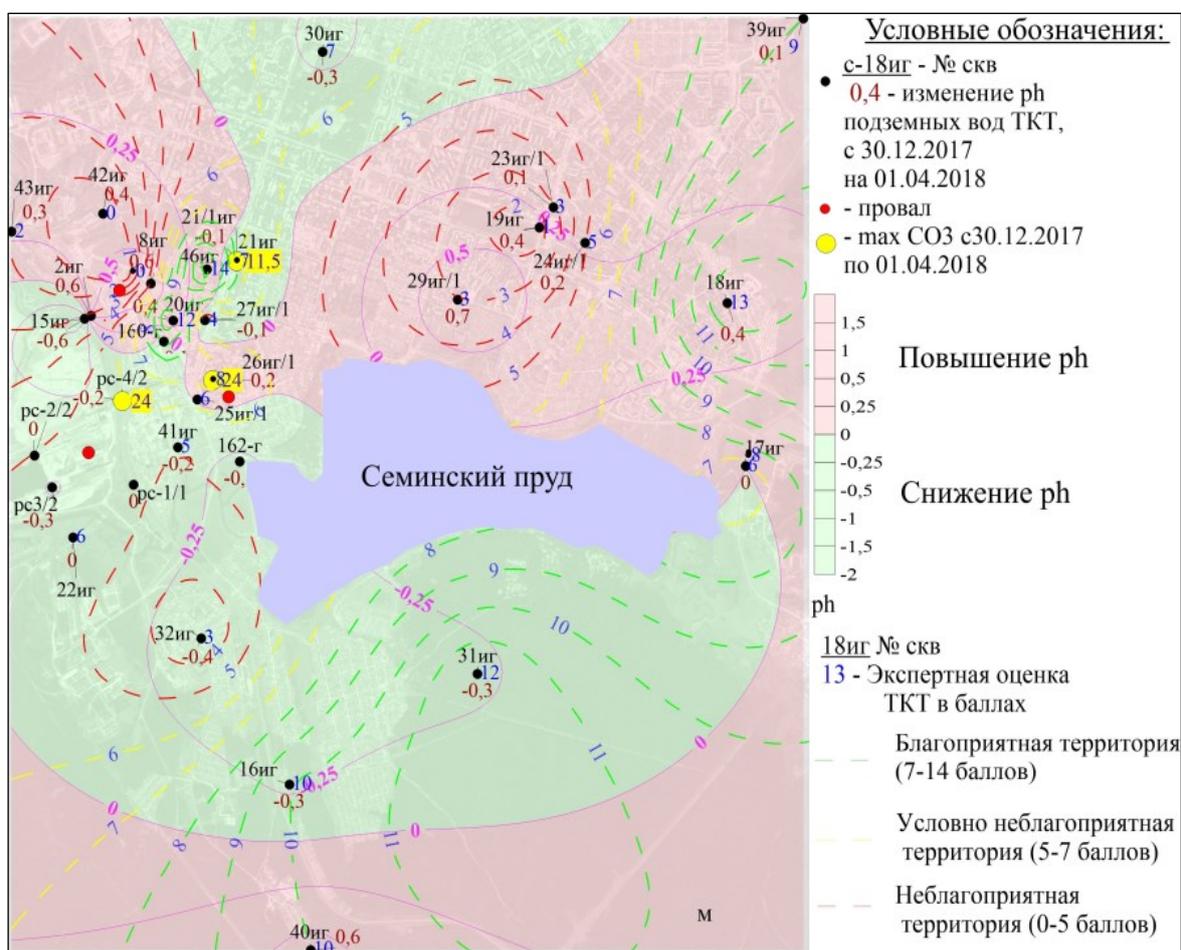


Рис. 6. Водородный показатель - pH в подземных водах ТКТ, на 01.04.2018 и результаты экспертной оценки состояния ТКТ в баллах

Максимальные и минимальные значения изменения водородного показателя от -0,6 до +0,6.

На **благоприятной территории**, для большей части отмечены значения изменения изолиний водородного показателя в скважинах от -0,3 до +0,6. Хотя севернее пруда, отмечен небольшой участок со значениями от -0,1 до -0,1.

На **условно неблагоприятной территории**, для большей части отмечены значения изменения изолиний водородного показателя в скважинах от -0,1 до -0,3.

На **неблагоприятной территории**, для большей части отмечены значения изменения изолиний водородного показателя в скважинах от $-0,6$ до $+0,7$.

Следует отметить, что повышение водородного показателя проявляется в большей степени на неблагоприятной и условно неблагоприятной территориях, и только эпизодически на благоприятной.

Таким образом, территории, выделяемые по слабой устойчивости пород верхней части разреза оказывают определенное влияние на распределение гидрогеологических и гидрохимических параметров, что в свою очередь позволяет по их изменчивости экспертно оценивать и устойчивость породного верхней части породного массива.

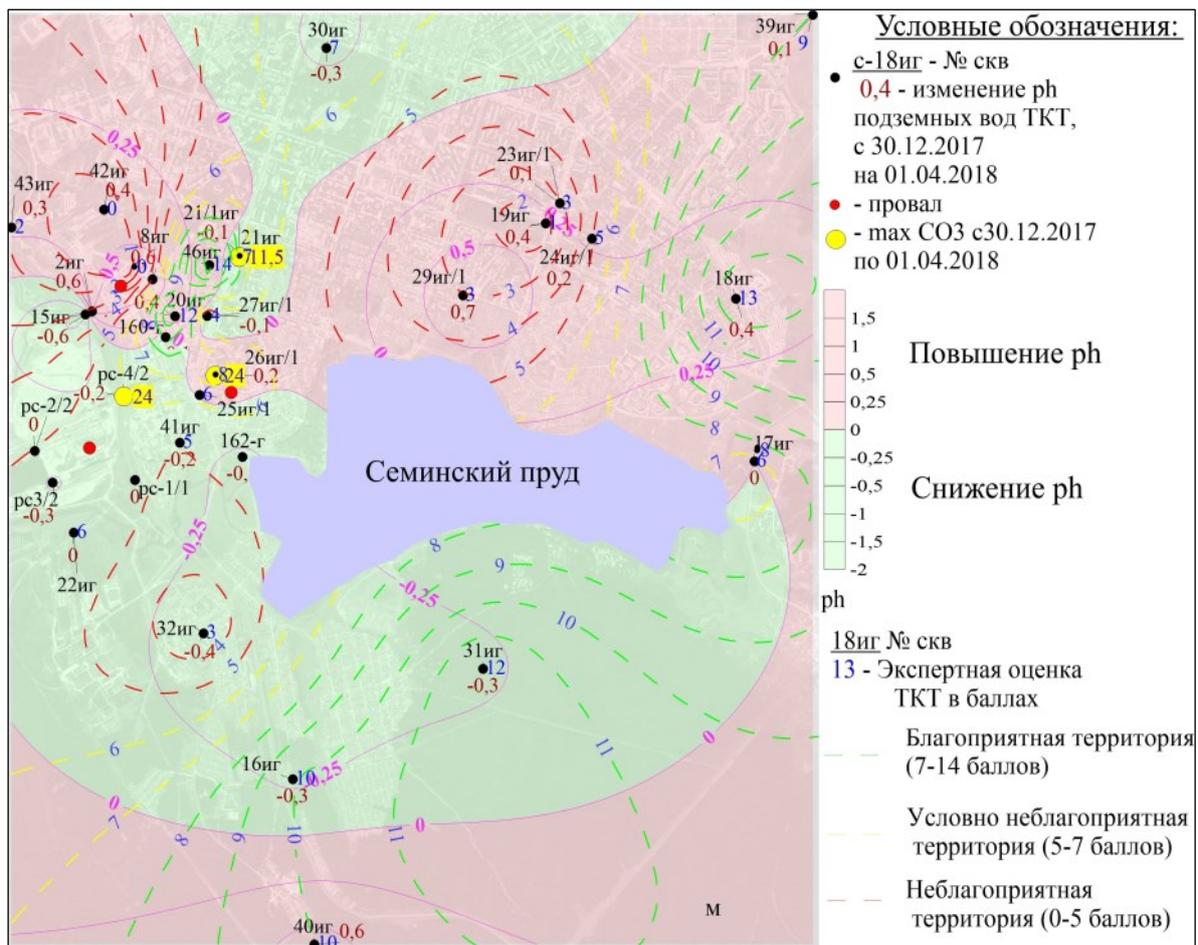


Рис. 7. Изменение водородного показателя - рН в подземных водах ТКТ, на 01.04.2018 и результаты экспертной оценки состояния ТКТ в баллах

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Всеволожский В.А. Основы гидрогеологии: учебник. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во МГУ, 2007. – 448 с., илл. – (классический университетский учебник).
2. Глебов С.В. Трофимов В.И. Авария на руднике БКПРУ-1 на руднике ОАО «Уралкалий» в гидрогеологическом аспекте // Горное эхо (Вестник Горного института). Пермь, 2010 – 3(2). С. 52-63.
3. Никифоров В.В. Инженерно-геологические исследования негативных последствий техногенных процессов // Горный информационный аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2013 – №4, изд-во Горная книга. – Москва, 2013. С. 390-396.
4. Трофимов В.И., Кочнева В.И. Гидрогеологическое прогнозирование карстовых процессов на шахтном поле БКПРУ-1 ОАО «Уралкалий» // Горное эхо (Вестник Горного института). Пермь, 2012 – 2(1). С. 33-45.